

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-326770

(43) 公開日 平成9年(1997)12月16日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 10/17			H 0 4 B 9/00	J
				E
H 0 4 J 14/00				
14/02				

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-144490

(22) 出願日 平成8年(1996)6月6日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 小林 清人

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

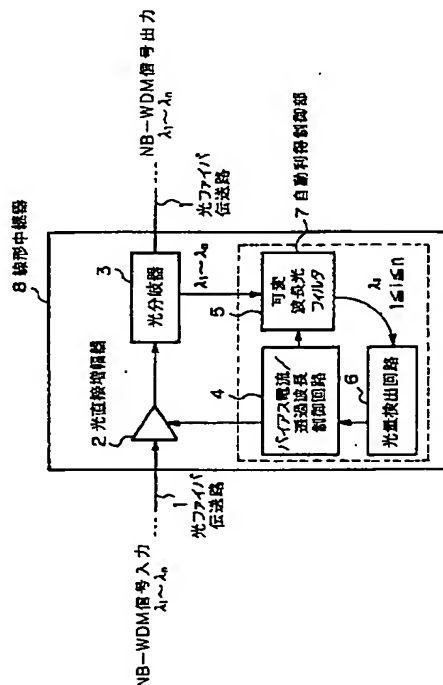
(74) 代理人 弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器

(57) 【要約】

【課題】 多重度によらず様々なシステムに容易に導入することができ、かつ、信頼性の高い、波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器を提供する。

【解決手段】 入力される複数の光信号を増幅させる光直接増幅器2において利得が制御されるためのバイアス電流が、自動利得制御部7において複数の光信号毎に制御される。自動利得制御部7には、透過波長を可変制御することができる可変波長光フィルタ5と、可変波長光フィルタ5を透過した光信号の時間平均光量を検出し、それに対応する電圧値を出力する光量検出回路6と、可変波長光フィルタ5における透過波長を制御するとともに、光量検出回路6において検出される光信号1つあたりの光量が一定となるように光直接増幅器2のバイアス電流を制御するバイアス電流/透過波長制御回路4とが設けられ、バイアス電流/透過波長制御回路4において、可変波長光フィルタ5における透過波長が順次変えられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 異なる波長を有する複数の光信号が入力され、入力される光信号を増幅して出力する光直接増幅器と、  
該光直接増幅器から出力された光信号を分岐する光分岐器と、  
該光分岐器において分岐された光信号のうち一方の光信号が入力され、入力された光信号に基づいて前記光直接増幅器のバイアス電流を制御する自動利得制御部とを有し、

前記光直接増幅器は、前記自動利得制御部によってバイアス電流が制御されることにより利得が変化し、  
前記分岐器において分岐された光信号のうち前記自動利得制御部に入力されない光信号を出力する、波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器において、  
前記自動利得制御部は、  
前記複数の光信号毎の出力光量を検出し、前記複数の光信号毎に検出された出力光量に基づいて前記複数の光信号毎に前記光直接増幅器のバイアス電流を制御することを特徴とする波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器において、  
前記自動利得制御部は、  
透過波長を可変制御することができる可変波長光フィルタと、  
該可変波長光フィルタを透過した光信号の時間平均光量を検出し、該時間平均光量に対応する電圧値を出力する光量検出回路と、  
前記可変波長光フィルタにおける透過波長を制御するとともに、前記光量検出回路において検出される光信号 1 つあたりの光量が一定となるように前記光直接増幅器のバイアス電流を制御するバイアス電流／透過波長制御回路とを有し、  
前記バイアス電流／透過波長制御回路は、前記可変波長光フィルタにおける透過波長を順次変えることを特徴とする波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器において、  
前記バイアス電流／透過波長制御回路は、入力される全ての光信号が前記可変波長光フィルタにおいて透過されるように透過波長を順次変えることを特徴とする波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、NB-WDMシステムにおける線形中継器の利得制御方式に関し、特に、波長多重信号数（多重度）に依存しない出力一定制御方式に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、波長多重を行わないシステムにおける線形中継器の利得制御方式においては、入力光量に関わらずに出力光量が一定となるような出力一定制御方式が用いられている。

【0003】 図 3 は、従来の、波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器の一構成例を示すブロック図である。

【0004】 本従来例は図 3 に示すように、エルビウムが添加された光ファイバが用られ、光ファイバにポンピング光を注入するレーザダイオード（不図示）のバイアス電流が変えられることにより利得が制御される光直接増幅器 2 と、光直接増幅器 2 から出力される光信号を、モニタ信号と光ファイバ伝送路 1 へ送出する主信号とに分岐する光分岐器 3 と、光分岐器 3 から出力されたモニタ信号に基づいて光直接増幅器 2 のレーザダイオードのバイアス電流を制御する自動利得制御部 107 とから構成されており、自動利得制御部 107 には、光分岐器 3 から出力されたモニタ信号のパルス幅より十分長い時定数の積分機能を有し、検出されたモニタ信号の全光量の、時定数オーダーの時間平均に対応した振幅の電圧を出力する光量検出回路 6 と、光量検出回路 6 から出力される電圧値が常に一定となるように光直接増幅器 2 のレーザダイオードのバイアス電流を制御するバイアス電流制御回路 104 とが設けられている。

【0005】 上記のように構成された線形中継器 108 においては、光直接増幅器 2 において、レーザダイオードのバイアス電流が制御され、それによって利得が制御されるが、光直接増幅器 2 から出力されたモニタ信号に基づいて、自動利得制御部 107 において、光直接増幅器 2 のレーザダイオードのバイアス電流が制御されている。

【0006】 しかしながら、上述したような線形中継器を波長分割多重伝送システムに用いた場合は、光直接増幅器 2 において行われる利得制御が、線形中継器 108 に入力される信号の多重度が変動しないことを前提として、線形中継器 108 に入力される全ての波長多重された信号の光量の総和が出力端において一定となるように行われるため、入力される信号の多重度が変動した場合、出力端における信号一つあたりの光量が変化してしまうという問題点がある。

【0007】 そこで、その対応策として、例えば、伝送される信号とは異なる波長を有する信号を参照光として伝送路において波長多重し、線形中継器の出力端において分離された参照光の光量によって線形中継器の利得を制御する方式が、特開平 4-78827 号公報に開示されている。

【0008】 図 4 は、従来の波長分割多重伝送システムにおける線形中継器の出力制御方式の一例を示すブロック図である。

【0009】本従来例は図4に示すように、波長 $\lambda_{ref}$ の参照光を生成し、出力する出力光量参照光光源217と、伝送される光信号と出力光量参照光光源217から出力された光信号とを波長多重する波長多重器218と、線形中継器208とから構成されており、線形中継器208には、光直接増幅器2と、光直接増幅器2から出力される出力信号を、モニタ信号と光ファイバ伝送路1へ送出する主信号とに分岐する光分岐器3と、光分岐器3から出力されたモニタ信号のうち波長 $\lambda_{ref}$ の参照光に基づいて光直接増幅器2のレーザダイオードのバイ

アス電流を制御する自動利得制御部207とが設けられており、自動利得制御部207には、光分岐器3から出力されたモニタ信号から波長 $\lambda_{ref}$ の参照光のみを抽出する光フィルタ205と、光量検出回路6と、バイアス電流制御回路104とが設けられている。

【0010】上記のように構成された波長分割多重伝送システムにおける線形中継器の出力制御方式においては、光直接増幅器2において、レーザダイオードのバイアス電流が制御され、それによって利得が制御されるが、自動利得制御部207において、光直接増幅器2から出力されたモニタ信号から波長 $\lambda_{ref}$ の参照光が抽出され、抽出された波長 $\lambda_{ref}$ の参照光に基づいて光直接増幅器2のレーザダイオードのバイアス電流が制御されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような従来のものにおいては、以下に記載するような問題点がある。

【0012】(1) 出力光量参照光を出力するための光源と、伝送される信号と参照光とを多重する波長多重器とが必要であるため、線形中継器の制御が線形中継器内において閉じていなければならない。そのため、出力光量参照光を用いる利得制御方式をシステムに導入する場合、既存のシステムを変更しなければならない。

【0013】(2) 利得の制御を波長 $\lambda_{ref}$ を有する一つの参照光に頼り、なおかつ、参照光を出力するための光源と、伝送される信号と参照光とを多重する波長多重器とが必要となるため、参照光を出力するための光源、または波長多重器において故障が生じた場合、システム全体が運用不可能となってしまう。

【0014】本発明は、上述したような従来の技術が有する問題点を鑑みてなされたものであって、多重度によらず様々なシステムに容易に導入することができ、かつ、信頼性の高い、波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、異なる波長を有する複数の光信号が入力され、入力される光信号を増幅して出力する光直接増幅器と、該光直接増幅器から出力された光信号を分岐する光

分岐器と、該光分岐器において分岐された光信号のうち一方の光信号が入力され、入力された光信号に基づいて前記光直接増幅器のバイアス電流を制御する自動利得制御部とを有し、前記光直接増幅器は、前記自動利得制御部によってバイアス電流が制御されることにより利得が変化し、前記分岐器において分岐された光信号のうち前記自動利得制御部に入力されない光信号を出力する、波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器において、前記自動利得制御部は、前記複数の光信号毎の出力光量を検出し、前記複数の光信号毎に検出された出力光量に基づいて前記複数の光信号毎に前記光直接増幅器のバイアス電流を制御することを特徴とする。

【0016】また、前記自動利得制御部は、透過波長を可変制御することができる可変波長光フィルタと、該可変波長光フィルタを透過した光信号の時間平均光量を検出し、該時間平均光量に対応する電圧値を出力する光量検出回路と、前記可変波長光フィルタにおける透過波長を制御するとともに、前記光量検出回路において検出される光信号1つあたりの光量が一定となるように前記光直接増幅器のバイアス電流を制御するバイアス電流／透過波長制御回路とを有し、前記バイアス電流／透過波長制御回路は、前記可変波長光フィルタにおける透過波長を順次変えることを特徴とする。

【0017】また、前記バイアス電流／透過波長制御回路は、入力される全ての光信号が前記可変波長光フィルタにおいて透過されるように透過波長を順次変えることを特徴とする。

【0018】(作用) 上記のように構成された本発明においては、入力される複数の光信号を所定の利得で増幅させる光直接増幅器において利得が制御されるためのバイアス電流が、自動利得制御部において複数の光信号毎に制御される。

【0019】この場合、自動利得制御部には、透過波長を可変制御することができる可変波長光フィルタと、可変波長光フィルタを透過した光信号の時間平均光量を検出し、該時間平均光量に対応する電圧値を出力する光量検出回路と、可変波長光フィルタにおける透過波長を制御するとともに、光量検出回路において検出される光信号1つあたりの光量が一定となるように光直接増幅器のバイアス電流を制御するバイアス電流／透過波長制御回路とが設けられ、バイアス電流／透過波長制御回路において、可変波長光フィルタにおける透過波長が順次変えられる。

【0020】このようにして、入力される複数の光信号のそれぞれに対して、光直接増幅器のバイアス電流が制御されるので、外部から出力光量の参照光等の制御信号を波長多重して線形中継器に送信する必要がない。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0022】図1は、本発明の、波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器の実施の一形態を示すブロック図である。

【0023】本形態は図1に示すように、エルビウムが添加された光ファイバが用られ、光ファイバにポンピング光を注入するレーザーダイオード（不図示）のバイアス電流が変えられることにより利得が制御される光直接増幅器2と、光直接増幅器2から出力される出力信号を、モニタ信号と光ファイバ伝送路1へ送出する主信号とに分岐する光分岐器3と、光分岐器3から出力されたモニタ信号に基づいて光直接増幅器2のレーザーダイオードのバイアス電流を制御する自動利得制御部7とから構成されており、自動利得制御部7には、制御信号入力ポートを有し、透過波長を可変制御することができる可変波長光フィルタ5と、光分岐器3から出力されたモニタ信号のうち予め決められた波長の信号の時間平均光量を検出し、それに対応する電圧値を出力する光量検出回路6と、光量検出回路6にて検出する波長を決めて可変波長光フィルタ5における透過波長を制御するとともに、光量検出回路6において検出されるモニタ信号1つあたりの光量が一定となるように光直接増幅器2のレーザーダイオードのバイアス電流を制御するバイアス電流／透過波長制御回路4とが設けられている。

【0024】以下に、上記のように構成された線形中継器の動作について説明する。

【0025】まず、光ファイバ伝送路1を介して、伝送されるNB-WDM信号が入力されると、光直接増幅器2において、入力された信号が一定の利得で増幅されて出力される。ここで、光直接増幅器2における利得においては、光直接増幅器2内のレーザーダイオードのバイアス電流が変えられることにより制御されている。

【0026】次に、光分岐器3において、光直接増幅器2から出力された信号が、主信号とモニタ信号とに分岐され、主信号が光ファイバ伝送路1を介して出力され、モニタ信号が自動利得制御部7に送られる。

【0027】モニタ信号が自動利得制御部7に送られると、可変波長光フィルタ5において、バイアス電流／透過波長制御回路4から送られてきた透過波長制御信号に基づいて、予め決められた波長を有する光信号のみが透過され、光量検出回路6に送られる。ここで、可変波長光フィルタ5において透過される波長においては、バイアス電流／透過波長制御回路4において決められ、順次変えられている。

【0028】次に、光量検出回路6において、可変波長フィルタ5を透過した光信号の時間平均光量が検出され、それに対応する電圧値がバイアス電流／透過波長制御回路4に対して出力される。

【0029】バイアス電流／透過波長制御回路4において、可変波長光フィルタ5にて透過される波長を順次変えて、上記動作が伝送される信号の全ての波長に対して

行われる。

【0030】その後、バイアス電流／透過波長制御回路4において、線形中継器8の出力地点での多重度と各信号の光量とが判断され、この判断に基づいて、常に、伝送されるNB-WDM信号一つあたりの光量が一定となるように、光直接増幅器2のレーザーダイオードのバイアス電流が制御される。

【0031】例えば、4波のNB-WDMシステムにおいて多重度が3であると判断された場合は、バイアス電流値をそのシステムにおける通常値の3/4に減ずる制御を行うことによって、NB-WDM信号一つあたりの光量が一定となる。

【0032】図2は、図1に示した線形中継器をm段縦続接続することにより構成されたn波の波長分割多重伝送システムの一例を示すブロック図である。

【0033】本形態は図2に示すように、伝送される光を送信する光送信端局12と伝送される光を受信する光受信端局16との間に、複数の線形中継器8-1～線形中継器8-mが光ファイバ伝送路1を用いて接続されて構成されており、光送信端局12には、入力される複数の電気信号を複数の光信号 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ にそれぞれ変換する複数の電気／光変換器9-1～9-nと、電気／光変換器9-1～9-nから出力された複数の光信号 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長多重を行うマルチプレクサ10と、マルチプレクサ10から出力された信号を所定の光量まで増幅させる光直接増幅器11とが設けられており、光受信端局16には、複数の線形中継器8-2～8-mを介して光送信端局12から出力された信号を増幅する光直接増幅器13と、光直接増幅器13において増幅された信号を複数の光信号 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に分波するデマルチプレクサ14と、デマルチプレクサ14において分波された複数の光信号 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を複数の電気信号にそれぞれ変換する光／電気変換器15-1～15-nとが設けられている。

【0034】上記のように構成された波長分割多重伝送システムにおいては、光送信端局12から送信された光信号が複数の線形中継器8-2～8-mを介して光受信端局16に送られ、受信される。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、入力される複数の光信号を所定の利得で増幅させる光直接増幅器において利得が制御されるためのバイアス電流が、自動利得制御部において複数の光信号毎に制御されるため、以下に記載するような効果を奏する。

【0036】(1) 線形中継器内部で閉じられた制御方式であるため、既存のNB-WDMシステムを変更せず線形中継器を取り換えるだけで、システムを実現することができる。

【0037】(2) 線形中継器外部から参照光を入力する必要がなく、システム全体での装置、部品点数がその分少なくなるため、従来のものと比較して信頼性を高め

ることができる。

【0038】(3) 各線形中継器によって、入力された信号の各波長のモニタが行われ、伝送途中で伝送信号の多重度が変動した場合においても対応することができる。なおかつ、断となった信号波長を特定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の、波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器の実施の一形態を示すブロック図である。

【図2】図1に示した線形中継器をm段縦続接続することにより構成されたn波の波長分割多重伝送システムの一例を示すブロック図である。

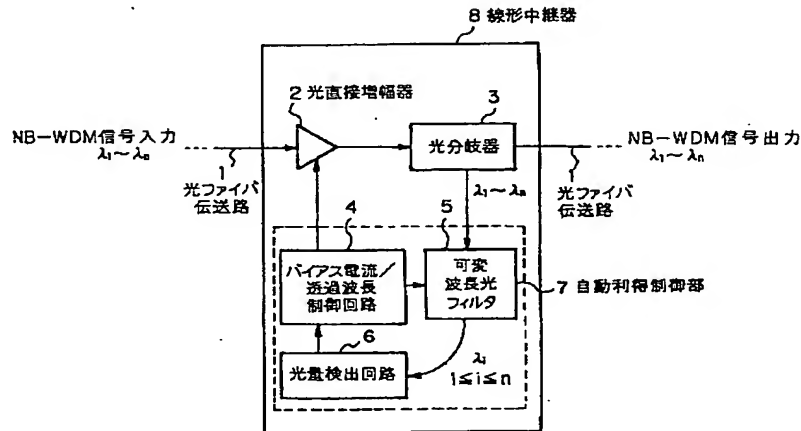
【図3】従来の、波長分割多重伝送システムに用いられる線形中継器の一構成例を示すブロック図である。

【図4】従来の波長分割多重伝送システムにおける線形中継器の出力制御方式の一例を示すブロック図である。\*

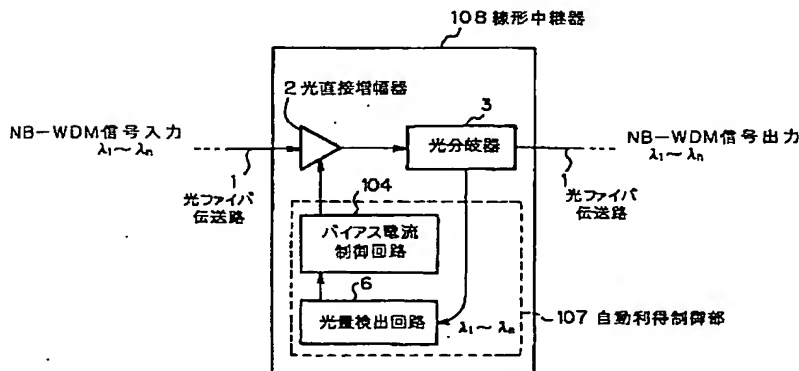
\*【符号の説明】

- 1 光ファイバ伝送路
- 2 光直接増幅器 (インラインアンプ)
- 3 光分岐器
- 4 バイアス電流/透過波長制御回路
- 5 可変波長光フィルタ
- 6 光量検出回路
- 7 自動利得制御部
- 8, 8-1~8-m 線形中継器
- 10 9-1~9-n 電気/光変換器
- 10 マルチプレクサ
- 11 光直接増幅器 (ブーストアンプ)
- 12 光送信端局
- 13 光直接増幅器 (プリアンプ)
- 14 デマルチプレクサ
- 15-1~15-n 光/電気変換器
- 16 光受信端局

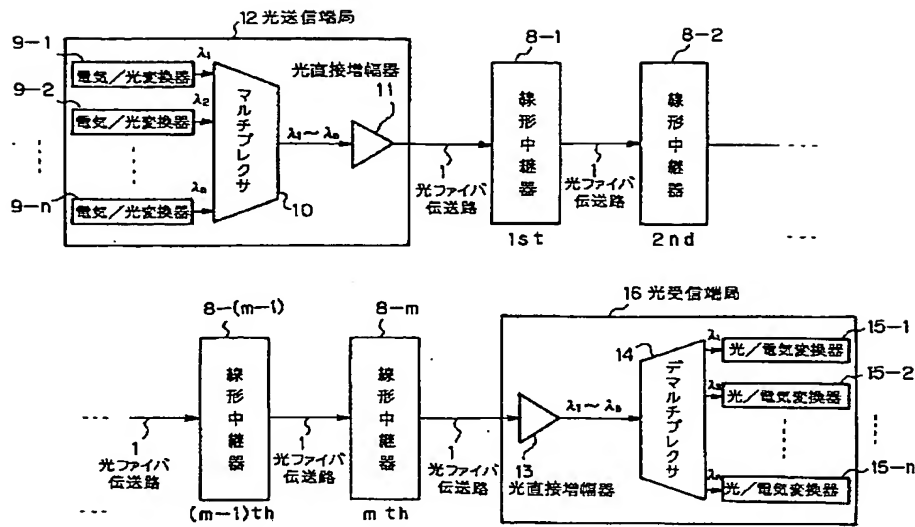
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

